

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-066652

(43)Date of publication of application : 12.03.1996

(51)Int.Cl.

B05C 5/00
B05C 11/00
B05D 1/26
B05D 7/00
H01L 21/027
H05K 3/22

(21)Application number : 07-142072

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 08.06.1995

(72)Inventor : HONGO MIKIO
SAKAMOTO HARUHISA
MARUYAMA SHIGENOBU
MIYAUCHI TAKEOKI
MIZUKOSHI KATSURO
IMATAKE MITSUKO
KATAYAMA KAORU
MATSUZAKI HIDEO
MIYATA KAZUFUMI

(30)Priority

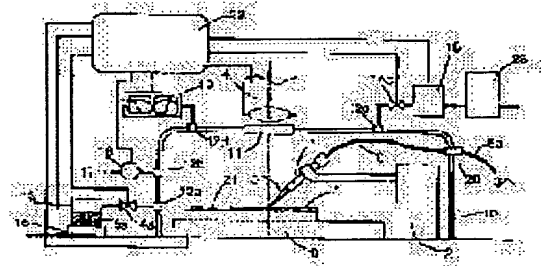
Priority number : 06140422 Priority date : 22.06.1994 Priority country : JP

(54) DEVICE FOR SUPPLYING MINUTE AMOUNT OF LIQUID MATERIAL AND PATTERN
CORRECTING METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a device capable of supplying a minute amt. of the liq. material consisting of a highly volatile component such as resist varnish and a highly viscous or caking component without causing clogging at the tip of a pipet and the wetting of the tip of the pipet with the material.

CONSTITUTION: This device consists of a hollow pipet 1 with the tip contracted, a driving mechanism 2 to coarsely or finely move the pipet 1, a mechanism 3 to apply a pulsed gas pressure on the pipet 1, an observation system 4 to monitor a liq. material feed part and a means 10 to fill the space around the pipet 1 with an atmosphere contg. the vapor of the volatile component contained in a liq. material 5, and a film to prevent the wetting with the liq. material 5 is formed on at least the tip of the pipet 1 and the outer surface close to the tip. The liq. material 5 contg. a highly volatile component such as resist varnish filled in the pipet 1 is optionally supplied in a specified amt. to the pattern-deficient part of a substrate 7 to correct the pattern.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-66652

(43)公開日 平成8年 (1996) 3月12日

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 5 C 5/00	1 0 1			
	11/00			
B 0 5 D 1/26		Z 7415-4F		
7/00		H 7415-4F		

H 0 1 L 21/30 5 0 2 V

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平7-142072
(22)出願日	平成7年 (1995) 6月8日
(31)優先権主張番号	特願平6-140422
(32)優先日	平6 (1994) 6月22日
(33)優先権主張国	日本 (J P)

(71)出願人	000005108
	株式会社日立製作所
	東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者	本郷 幹雄
	神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
	式会社日立製作所生産技術研究所内
(72)発明者	坂本 治久
	神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
	式会社日立製作所生産技術研究所内
(72)発明者	丸山 重信
	神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
	式会社日立製作所生産技術研究所内
(74)代理人	弁理士 秋本 正実

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液体材料微量供給装置とそれを使用するパターン修正方法

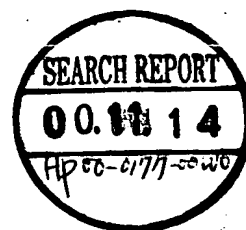
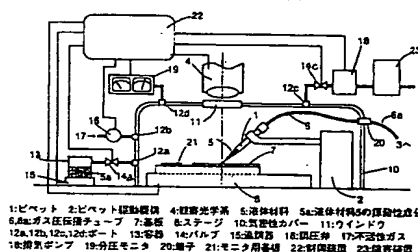
(57)【要約】

【目的】 レジストワニスのような揮発性の高い成分と高粘度の或いは固化する成分からなる液体材料を、ピペット先端での詰まりや、ピペット先端部へのぬれ上がり付着を発生させることなく微量供給可能な液体材料微量供給装置の提供。

【構成】 先端径が細く絞られた中空のピペット、ピペットを粗微動させるための駆動機構、ピペットにパルス状のガス圧を印加するための加圧機構、液体材料供給部を監視するための観察系、ピペット近傍を液体材料に含まれる揮発性成分の蒸気を含んだ雰囲気を保つ手段とからなる構成、および、前記ピペットの少なくとも先端及びその近傍の外表面に液体材料のぬれ上がり付着を防止する防止膜を形成してなる構成、並びにピペットに充填されたレジストワニスのような揮発性の高い成分を含む液体材料を、基板のパターン欠落欠陥部に任意に所定量供給して修正する方法。

【図1】

図1の実施例の説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記ピペット近傍のガス雰囲気、前記液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気中に形成する手段を備えたことを特徴とする液体材料微量供給装置。

【請求項2】 前記ピペット近傍のガス雰囲気形成手段が、前記ピペットおよび基板を載置した試料ステージを包含する気密性の閉空間を形成し、該形成された閉空間内を、供給された液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気に保つ気密性カバーを備えてなる請求項1記載の液体材料微量供給装置。

【請求項3】 前記ピペット近傍のガス雰囲気形成手段が、前記ピペットおよび該ピペットによる基板上的の液体材料供給部近傍の局所領域を、該局所領域で基板表面と非接触状態にて包囲する閉空間を形成し、該形成された局所的閉空間内を、供給された液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気に保つ雰囲気制御用スカートを用意する請求項1記載の液体材料微量供給装置。

【請求項4】 前記ピペット近傍のガス雰囲気形成手段が、前記液体材料を基板に対して供給中はピペットを外部に突出可能にし、非供給中はピペットを内部に密封して収納し、該ピペットを収納した内部を、供給された液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気に保つ鞘を用意する請求項1記載の液体材料微量供給装置。

【請求項5】 前記雰囲気制御用スカートが、該スカートの下端と基板または前記試料ステージ表面との間のギャップ制御を、供給される液体材料の揮発性成分の蒸気を含んだガスの印加圧力調整可能な制御手段を介して行われる請求項3記載の液体材料微量供給装置。

【請求項6】 先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記液体材料が基板上に吐出された際、該吐出された液体材料が前記ピペットにぬれ上がり付着するのを防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材質の防止膜を、前記ピペットの先端部およびその近傍に形

成したことを特徴とする液体材料微量供給装置。

【請求項7】 前記ピペットに形成した防止膜が、溶解した防止膜用材料を貯留した槽内にピペット先端部を浸漬した際、該先端部に付着した防止膜用材料のうち余分な防止膜用材料が遠心力を介して除去され、その後乾燥して形成されてなる請求項6記載の液体材料微量供給装置。

【請求項8】 前記ピペットに形成した防止膜が、溶解した防止膜用材料を収納した噴霧器により該防止膜用材料がピペット先端部の外表面に吹き付け塗布され、その後乾燥して形成されてなる請求項6記載の液体材料微量供給装置。

【請求項9】 前記ピペットに形成した防止膜が、先端部外表面に導電性膜を形成したピペットを防止膜用材料の微粒子を分散させた電解液に浸漬し、該電解液内の他の電極との間に直流電圧を印加してピペット先端部外表面に防止膜用材料の微粒子を電着させ、該電着部をその後乾燥して形成されてなる請求項6記載の液体材料微量供給装置。

【請求項10】 前記ピペットに形成した防止膜が、減圧チャンバー内にてピペットの先端部外表面に形成された表面張力が大きく、かつ表面活性の大きい金属材料からなる中間層上に、前記減圧チャンバー内に導入された分子状の防止膜用材料を物理的または化学的に吸着させて形成されてなる請求項6記載の液体材料微量供給装置。

【請求項11】 前記ピペットに形成した防止膜が、スパッタリングまたは蒸着のドライ成膜プロセスを介して形成されてなる請求項6記載の液体材料微量供給装置。

【請求項12】 先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記ピペットを、前記液体材料が基板上に吐出された際、該吐出された液体材料が前記ピペットにぬれ上がり付着するのを防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材料にて形成したことを特徴とする液体材料微量供給装置。

【請求項13】 先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記ピペット駆動機構と観察光学系との間に、基板上への前記液体材料の吐出開始を検知して所定時間経過後、該吐出した液滴高さの頂部位置に常にピペットの先

端部を位置させる制御装置を設けたことを特徴とする液体材料微量供給装置。

【請求項14】 先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記基板上に吐出された液体材料を所定の温度に冷却する基板冷却機構を設けたことを特徴とする液体材料微量供給装置。

【請求項15】 先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記試料ステージ上の基板近傍に、ピペット先端部に付着した前記液体材料を洗浄除去するピペット洗浄機構を設けたことを特徴とする液体材料微量供給装置。

【請求項16】 電子回路基板のレジストパターン、絶縁膜パターン、配線パターン等のパターン欠落欠陥の修正を行うパターン修正方法において、(i)パターン修正用の液体材料を充填したピペットを試料ステージに載置された基板上に位置させ、(ii)前記ピペット近傍のガス雰囲気、ガス雰囲気形成手段を介して前記液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気中に形成し、(iii)試料ステージを介して基板位置を調整した後、ピペット先端部を液体材料を供給する基板位置に接触させ、(iv)パルスガス圧印加機構を介して予め設定されたインジェクション条件によりピペットにパルス状のガス圧を印加し、(v)前記ピペットに充填された液体材料を、基板のパターン欠落欠陥部に微量供給して修正することを特徴とするパターン修正方法。

【請求項17】 電子回路基板のレジストパターン、絶縁膜パターン、配線パターン等のパターン欠落欠陥の修正を行うパターン修正方法において、(i)パターン修正用の液体材料がピペット先端より基板上に吐出された際、該吐出された液体材料の前記ピペットへのぬれ上がり付着防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材質の防止膜を、先端部およびその近傍に形成したピペットを使用し、(ii)前記ピペットにパターン修正用の液体材料を充填して試料ステージに載置された基板上に位置させ、(iii)試料ステージを介して基板位置を調整した後、ピペット先端部を液体材料を供給する基板位置に接触させ、(iv)パルスガス圧印加機構を介して予め設定されたインジェクション条件によりピペット

にパルス状のガス圧を印加し、(v)前記ピペットに充填された液体材料を、基板のパターン欠落欠陥部に微量供給して修正することを特徴とするパターン修正方法。

【請求項18】 電子回路基板のレジストパターン、絶縁膜パターン、配線パターン等のパターン欠落欠陥の修正を行うパターン修正方法において、(i)パターン修正用の液体材料がピペット先端より基板上に吐出された際、該吐出された液体材料の前記ピペットへのぬれ上がり付着防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材質の防止膜を、先端部およびその近傍に形成したピペットを使用し、(ii)前記ピペットにパターン修正用の液体材料を充填して試料ステージに載置された基板上に位置させ、(iii)前記ピペット近傍のガス雰囲気を、ガス雰囲気形成手段を介して前記液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気中に形成し、(iv)試料ステージを介して基板位置を調整した後、ピペット先端部を液体材料を供給する基板位置に接触させ、(v)パルスガス圧印加機構を介して予め設定されたインジェクション条件によりピペットにパルス状のガス圧を印加し、

(vi)前記ピペットに充填された液体材料を、基板のパターン欠落欠陥部に微量供給して修正することを特徴とするパターン修正方法。

【請求項19】 前記基板に対する液体材料の供給が、該基板への供給に先立ち、該基板と並列に試料ステージ上に配置され、かつ該基板のレジストパターンと表面状態が同じモニタ基板上に供給され、該供給された液体材料の供給形状・寸法が所定値になったことを確認した後行われる請求項16、17または18記載のパターン修正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、揮発性成分を含んだ液体材料をピペットを使用して基板上に微量供給する装置とそれをを用いたパターン修正方法に係り、特に、供給すべき液体材料が揮発性の高い成分を含んでいても、ピペット先端に液体材料がつかまることなく、制御性、再現性よく微量供給するのに好適な液体材料微量供給装置とそれを使用するパターン修正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子、液晶素子及び各種の回路基板においては、その製作過程においてエッチングやめっき成膜などによるパターン形成のためのレジストパターン、配線パターン、誘電体や絶縁体等からなる各種パターンが形成される。例えば、レジストパターンの場合についてみると、レジストパターンは予め設定されている配線パターンに対応させて基板上に形成されるが、後工程において形成する配線パターンは予め形成されたレジストパターンに従って形成されるため、レジストパターンに欠陥があると配線パターンにも欠陥が生ずることに

なる。これら各種の電子素子及び回路基板の製作においては、上記各種パターンを無欠陥に形成することが必要であり、パターンの修正技術は必須技術の一つになっている。

【0003】上記各種パターンの欠陥の形態としては、本来あるべきところに膜の無い欠陥と、本来除去されているべきところに膜などが残留する余剰欠陥の2種類に大別される。本発明は、このうち、上記各種パターンの欠陥の修正技術を提供するためのものである。

【0004】上記パターンの欠陥のうち、レジスト欠陥には、レジストワニス中の気泡や基板のレジストワニスに対するぬれ不良などに起因するピンホール状欠陥、ネガレジストの場合の露光マスクや基板上的異物などによる未露光に起因するパターンの欠陥、基板ハンドリングの不手際やレジストの接着強度の不足などによるレジストの基板からの剥離による欠陥などがある。これらの欠陥を抑制するため、前記ピンホール状欠陥に対してはレジストワニスを2回以上に分けて塗布したり、未露光によるパターン欠けに対しては異物対策を行ったり、レジスト剥離に対してはレジストワニスに添加物を加えたりポストベーク条件を変えたりして基板との密着力を向上させるといったプロセスの改善対策が図られている。

【0005】また、レジストパターンに欠陥が生じた場合、一般にはレジストを剥離し再度レジストパターンを形成することが行われる。しかし、上記の様な対策を施しても、基板上にサブ μm から $50\mu\text{m}$ 以下の微細さでレジストパターンを形成する場合には、欠陥の場所は変化するかもしれないが何度レジストパターンを再形成しても欠陥が無くならず、確率的に1面の基板上に1つ以上のレジスト欠陥が発生するような状況が十分に起こり得る。このような状況になると、例えば半導体素子のように素子寸法が十分に小さく1枚のウェハ上に複数個の製品が同時に作られるような場合にも、製造歩留の低下という悪影響が生じ、基板の面積が比較的大きい基板、例えば液晶表示素子や大型計算機用高密度半導体素子実装用基板などの場合には、レジストパターン上の欠陥箇所が無くならないために良質の製品が全く製造できなくなるという状況すら起こり得る。したがってレジストパターン欠陥に対して、なんらかの手段で欠陥箇所を選択的に修正し、各レジストパターンを確実に無欠陥化できるようにすることが、歩留まり及び製造コストの点から非常に重要なことになる。

【0006】上記レジスト欠陥は、液体材料を微量供給可能な装置により、レジストワニス、または、それに相当する液体材料を修正箇所に局所的に供給することができれば、修正することが可能になる。しかし、電子回路基板の微細なレジストパターンを修正する場合には、非常に微量な液体材料を高精度に供給することが要求されるため、これを実現することは一般に難しい。例

えば、大型計算機用の半導体素子実装用モジュール基板の場合には、レジストパターンの寸法がライン：スペース＝ $25\mu\text{m}$ ： $25\mu\text{m}$ のように微細になる。これは例えば、レジストパターンの幅と同程度の長さ $25\mu\text{m}$ のレジスト欠陥が生じたと仮定し、形成幅 $30\mu\text{m}$ 、長さ $35\mu\text{m}$ 、厚さ $2\mu\text{m}$ のレジストワニスを欠陥箇所に供給したとすると、供給すべきレジストワニスの供給体積は、僅かに 2.1pl に過ぎず、その供給量は非常に微量となる。

10 【0007】また、有機絶縁膜に関するものとしては、上記レジスト欠陥と同様に、ワニス中の気泡や基板のワニスに対するぬれ不良などに起因するピンホール状欠陥、ネガ型感光材料の場合の露光マスクや基板上的異物などによる未露光に起因するパターンの欠陥及び基板ハンドリングの不手際や膜の接着強度の不足などによる膜の基板からの剥離による欠陥などがある。

20 【0008】また、配線パターンに関するものとしては、レジスト欠陥に起因するエッチングによる断線や、下地基板の段差に起因する成膜時の段切れなどによる断線欠陥がある。

30 【0009】前記各種電子素子及び回路基板のパターン欠陥の修正方法として、液晶表示素子などの駆動用基板の配線の断線欠陥を、該欠陥部にAgペーストなどの導電性の溶液（液体材料）を局所的に塗布供給してパターン間を接続修正する方法（例えば、特開昭57-113255号公報）が提案されている。

40 【0010】上記提案のように、パターン欠陥部に液体材料を供給し、なんらかの処理により欠陥部に膜を形成して修正する方法の場合、微量な液体材料を局所的に供給することが大変に難しい。その理由は、このような欠陥部のパターンは一般に微細で、パターン間隔の狭いところは $1\mu\text{m}$ 以下から大きくてもせいぜい 1mm 程度の範囲にあり、かかる微細なパターンに対応するためには、供給後の液体塗布直径で 1mm 以下、塗布体積で 1nl 以下の液体材料供給を行なわなければならないが、供給量がこのように微量になると、これに適用できる確実な液体材料供給方法が現状ではほとんど提案されていないからである。

50 【0011】現在、具体的に提案されている液体材料微量供給装置としては、先端を細く絞ったガラス管に液体材料を充填し、これにパルス状のガス圧を印加することにより微量の液体を吐出する装置がある程度である。この装置は、もともと細胞中へのDNAの注入などのバイオテクノロジーへの応用を目的として開発された技術であるが、マイクロインジェクション装置と呼ばれて一般に市販されている。

60 【0012】マイクロインジェクション装置は、図18に示す様に、内外径とも先端径が細く絞られ、先端より液体材料5を吐出するガラス製のピペット1、ピペット1を粗微動させるためのピペット駆動機構2、ピペット

1内にパルス状のガス圧を印加するためのパルスガス圧印加機構3およびインジェクション部を監視するための観察光学系4、ピペット1とパルスガス圧印加機構3とを接続するガス圧伝播チューブ6、モニタ9等から構成されている。

【0013】上記マイクロインジェクション装置は、細胞中へのDNAの注入のほかに、液体材料の微量供給に用いることもできる。その場合、まず、ステージ8により基板7を所定の位置に位置決めし、ついで液体材料5を充填したピペット1の先端を基板7表面上の所望の供給位置にピペット駆動機構102により接触させ、該接触させた状態で、パルスガス圧印加機構3によりパルス状のガス圧をピペット1に印加する。パルスガス圧印加により、ピペット1の先端から液体材料5がわずかに吐出し基板7の表面に接触する。すると液体材料5と基板7とのぬれ性によりピペット1内から液体材料5が基板7上に流出し、液体材料5を基板7上に微量に供給することができる。このマイクロインジェクション装置によると、ピペット1に印加するパルスガス圧を3気圧、パルス幅を10ミリ秒ないし50ミリ秒、ピペット先端の内径を2 μ mないし3 μ mとすることにより、液体材料として水溶性インクなどを用いると、インクを供給分解能1pl(10立方 μ m)以下の微小量ずつ供給することが可能である。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例に示したマイクロインジェクション装置によれば、インクなどの液体材料を微量供給することが可能であることから、該インクと同様にレジストや導電性材料を微量供給することができるならば電子素子や回路基板のパターン欠陥修正にも適用可能である。しかし、図18に示した構成のマイクロインジェクション装置では、レジストワニスや各種導電性材料などのパターン修正に用いる液体材料を数pl以下という微小な供給分解能で微量供給することは不可能である。

【0015】以下に、上記マイクロインジェクション装置をそのまま電子素子や回路基板のパターン欠陥修正に用いる場合の問題点を、図19を用いて説明する。図19(a)はパターン欠陥修正用の液体材料を基板上に吐出した状態を示す拡大図、図19(b)は液体材料吐出後にピペット先端を基板より離れた状態を示す拡大図である。

【0016】パターン欠陥修正に用いる液体材料、具体的には各種のレジスト材料、ポリイミドやエポキシ樹脂などの有機絶縁膜ワニス、導電性ペースト或いは各種の接着剤などは、いずれも、ベーク、レーザ照射等の後処理後に膜として残る固化する成分と、固化する成分を溶かす揮発性の高い成分、すなわち溶媒とからできている。具体的にレジストワニスを例にとると、その溶媒は主として(1)塗布に適した粘度及び基板とのぬれ性

を有すること、(2)レジストの熱硬化を生じない低温で溶媒の乾燥(プリベーク)が可能であること、などの条件を考慮して選定される。この2つの選定条件は、有機絶縁膜ワニス及び導電性ペースト等に用いる溶媒についても同様で、選定条件のうち後者より、修正に用いる液体材料に含まれる溶媒は揮発性が高く乾燥し易いものが選ばれる。このため、ピペット1内に充填された液体材料は、常温の大気中で時々刻々乾燥し続け、数秒程度でピペット1先端部において固化し詰まることになる。

10 【0017】図19(a)に示すように、ピペット1内の液体材料5をマイクロインジェクション装置で吐出すると、基板7上にはピペット1内の液体材料5と連通状態の液体材料50が供給される。この状態からピペット1の先端を基板7より離すと、図19(b)に示すように、基板7上に供給した液体材料50のうちの一部50aが、ピペット1の先端部にぬれ上がるように付着する。ピペット1の先端部に付着した液体材料50aは、ピペット1内の液体材料5や基板7の表面に塗布された状態と比べて相対的に広い表面積を有し、溶媒が蒸発し
20 易い状況になるためすぐに乾燥し凝固する。この傾向は、液体材料5に含まれる溶媒の沸点が低かったり、常温での蒸気圧が大きかったりすると更に顕著になる。

【0018】実際にマイクロインジェクション装置により微量供給を行うことにより、上記の現象の発生を簡単に確認することができた。すなわち、固形成分がレジストや有機絶縁膜ワニスなどのポリマの場合には、数秒程度の短時間のうちにピペット1先端が凝固しはじめ、まず、糸を引くような状態になり、ついで微量供給できなくなる。また、導電性ペーストや金属化合物などの場合
30 においても、数分のうちに微量供給ができなくなる状態が発生する。

【0019】このようにピペット1先端に液体材料50aが付着凝固した状態になると、パルスガス圧を印加しても、ピペット1内の液体材料5は凝固した液体材料50aにより遮断されて基板7上に継続して供給することができなくなり、電子素子や回路基板のパターン修正に適用することができないという避けられない問題点を有していた。

40 【0020】本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、レジスト、有機絶縁膜ワニス、導電性ペーストなどのように、揮発性の高い成分と固化する成分からなる液体材料を小径のピペット先端より微量供給する際、ピペット先端部における液体材料の付着および凝固を防止して、材料詰まりの生じない安定した微量供給を可能とする液体材料微量供給装置を提供することを第1の目的とする。

50 【0021】そして、上記液体材料微量供給装置を使用して前記液体材料を局所的に微量供給し、半導体素子や回路基板におけるレジストパターン等の微細なパターン欠陥修正を修正することができるパターン修正方法を提

供することを第2の目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の液体材料微量供給装置は、先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置するステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記ピペット近傍のガス雰囲気、前記液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気形成する手段を備える構成にしたものである。

【0023】そして、前記ピペット近傍のガス雰囲気形成手段を、前記ピペットおよび基板を載置したステージを包含する気密性の閉空間を形成し、該形成された閉空間内を、供給された液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気に保つ気密性カバーを備えてなる構成にする。とよい。

【0024】また、前記ピペット近傍のガス雰囲気形成手段を、前記ピペットおよび該ピペットによる基板上の液体材料供給部近傍の局所領域を、該局所領域で基板表面と非接触状態にて包囲する閉空間を形成し、該形成された局所的閉空間内を、供給された液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気に保つ雰囲気制御用スカートを用意する構成にしてもよい。

【0025】そしてまた、前記ピペット近傍のガス雰囲気形成手段を、前記液体材料を基板に対して供給中はピペットを外部に突出可能にし、非供給中はピペットを内部に密封して収納し、該ピペットを収納した内部を、供給された液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気に保つ鞘を備えてなる構成にしてもよい。

【0026】さらに、前記雰囲気制御用スカートを、該スカートの下端と基板または前記ステージ表面との間のギャップ制御を、供給される液体材料の揮発性成分の蒸気を含んだガスの印加圧力調整可能な制御手段を介して行われる構成にすることが好ましい。

【0027】また、本発明の液体材料微量供給装置は、先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記液体材料が基板上に吐出された際、該吐出された液体材料が前記

ピペットにぬれ上がり付着するのを防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材質の防止膜を、前記ピペットの先端部およびその近傍に形成する構成にしたものである。

【0028】そして、前記ピペットに形成した防止膜を、溶解した防止膜用材料を貯留した槽内にピペット先端部を浸漬した際、該先端部に付着した防止膜用材料のうち余分な防止膜用材料が遠心力を介して除去され、その後乾燥して形成されてなる構成にする。とよい。

10 【0029】また、前記ピペットに形成した防止膜を、溶解した防止膜用材料を収納した噴霧器により該防止膜用材料がピペット先端部の外表面に吹き付け塗布され、その後乾燥して形成されてなる構成にしてもよい。

【0030】また、前記ピペットに形成した防止膜を、先端部外表面に導電性膜を形成したピペットを防止膜用材料の微粒子を分散させた電解液に浸漬し、該電解液内の他の電極との間に直流電圧を印加してピペット先端部外表面に防止膜用材料の微粒子を電着させ、該電着部をその後乾燥して形成されてなる構成にしてもよい。

20 【0031】そしてまた、前記ピペットに形成した防止膜を、減圧チャンバー内にてピペットの先端部外表面に形成された表面張力が大きく、かつ表面活性の大きい金属材料からなる中間層上に、前記減圧チャンバー内に導入された分子状の防止膜用材料を物理的または化学的に吸着させて形成されてなる構成にしてもよい。

【0032】さらに、前記ピペットに形成した防止膜を、スパッタリングまたは蒸着のドライ成膜プロセスを介して形成されてなる構成にしてもよい。

30 【0033】また、本発明の液体材料微量供給装置は、先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記ピペットを、前記液体材料が基板上に吐出された際、該吐出された液体材料が前記ピペットにぬれ上がり付着するのを防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材料にて形成する構成にしたものである。

40 【0034】また、本発明の液体材料微量供給装置は、先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記ピペット駆動機構と観察光学系との間に、基板上への前記液体材料の吐出開始を検知して所定時間経過後、該吐出した液

滴高さの頂部位置に常にピペットの先端部を位置させる制御装置を設ける構成にしてもよい。

【0035】また、本発明の液体材料微量供給装置は、先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記基板上に吐出された液体材料を所定の温度に冷却する基板冷却機構を設ける構成にしてもよい。

【0036】さらに、先端部が細径に絞られ該先端より液体材料を吐出する中空状のピペットと、該ピペットを粗・微動させるピペット駆動機構と、ピペットにパルス状のガス圧を印加する加圧機構と、前記液体材料の被供給部を監視する観察光学系とからなる液体材料のインジェクション装置と、前記液体材料が供給される基板を載置する試料ステージとを備えた液体材料微量供給装置において、前記試料ステージ上の基板近傍に、ピペット先端部に付着した前記液体材料を洗浄除去するピペット洗浄機構を設ける構成にしてもよい。

【0037】一方、本発明のパターン修正方法は、電子回路基板のレジストパターン、絶縁膜パターン、配線パターン等のパターン欠落欠陥の修正を行うパターン修正方法において、(i)パターン修正用の液体材料を充填したピペットを試料ステージに載置された基板上に位置させ、(ii)前記ピペット近傍のガス雰囲気、ガス雰囲気形成手段を介して前記液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気中に形成し、(iii)試料ステージを介して基板位置を調整した後、ピペット先端部を液体材料を供給する基板位置に接触させ、(iv)パルスガス圧印加機構を介して予め設定されたインジェクション条件によりピペットにパルス状のガス圧を印加し、(v)前記ピペットに充填された液体材料を、基板のパターン欠落欠陥部に微量供給して修正する構成にしたものである。

【0038】また、本発明のパターン修正方法は、電子回路基板のレジストパターン、絶縁膜パターン、配線パターン等のパターン欠落欠陥の修正を行うパターン修正方法において、(i)パターン修正用の液体材料がピペット先端より基板上に吐出された際、該吐出された液体材料の前記ピペットへのぬれ上がり付着防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材質の防止膜を、先端部およびその近傍に形成したピペットを使用し、

(ii)前記ピペットにパターン修正用の液体材料を充填して試料ステージに載置された基板上に位置させ、(iii)試料ステージを介して基板位置を調整した後、ピペット先端部を液体材料を供給する基板位置に接触させ、

(iv)パルスガス圧印加機構を介して予め設定されたイ

ンジェクション条件によりピペットにパルス状のガス圧を印加し、(v)前記ピペットに充填された液体材料を、基板のパターン欠落欠陥部に微量供給して修正する構成にしてもよい。

【0039】さらに、本発明のパターン修正方法は、電子回路基板のレジストパターン、絶縁膜パターン、配線パターン等のパターン欠落欠陥の修正を行うパターン修正方法において、(i)パターン修正用の液体材料がピペット先端より基板上に吐出された際、該吐出された液体材料の前記ピペットへのぬれ上がり付着防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材質の防止膜を、先端部およびその近傍に形成したピペットを使用し、(ii)前記ピペットにパターン修正用の液体材料を充填して試料ステージに載置された基板上に位置させ、(iii)前記ピペット近傍のガス雰囲気を、ガス雰囲気形成手段を介して前記液体材料に含まれる揮発性成分の飽和蒸気圧、または該飽和蒸気圧に近似の蒸気圧の蒸気を含む雰囲気中に形成し、(iv)試料ステージを介して基板位置を調整した後、ピペット先端部を液体材料を供給する基板位置に接触させ、(v)パルスガス圧印加機構を介して予め設定されたインジェクション条件によりピペットにパルス状のガス圧を印加し、(vi)前記ピペットに充填された液体材料を、基板のパターン欠落欠陥部に微量供給して修正する構成にすることが好ましい。

【0040】そして、前記基板に対する液体材料の供給が、該基板への供給に先立ち、該基板と並列に試料ステージ上に配置され、かつ該基板のレジストパターンと表面状態が同じモニタ基板上に供給され、該供給された液体材料の供給形状・寸法が所定値になったことを確認した後行われる構成にすることが望ましい。

【0041】

【作用】上記構成としたことにより本発明の液体材料微量供給装置においては、液体材料を供給するピペット近傍を、供給すべき液体材料の揮発性成分の蒸気を含んだ雰囲気中に保つことができる。このため、供給すべき液体材料が揮発性の高い成分、例えば各種の有機溶媒などを含んでいたとしても、ピペット先端からそれら揮発性の高い成分が蒸発することが無くなり、ピペット先端における液体材料中の溶媒成分の減少が防止され、微量の供給であっても液体材料の固化によるピペット内の詰まりがなくなる。それゆえ、レジストワニスのように揮発性の高い成分と固化する成分とからなる液体材料を供給する際においても、ピペット先端での材料詰まりを生ずることが無く、制御性良く液体材料を微量に供給することが可能になる。

【0042】また、ピペット先端部とその近傍の特にその外表面に、液体材料が前記ピペットにぬれ上がり付着するのを防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材質の防止膜を形成したり、或いはピペット自体を該防止膜と同材料にて形成することにより、溶媒など

の揮発性の高い成分と固化する成分からなる液体材料を基板上に微量供給する場合に、基板上に吐出された液体材料がピペットの先端部にぬれ上がり付着して凝固することがなくなる。このため、供給特性を変化することなく、常に安定した微量供給を継続して行うことができる。

【0043】また、吐出した液滴高さの頂部位置に常にピペットの先端部を位置させる制御装置を設けた構成にすることにより、吐出された液体材料の液滴とピペット先端部との接触面積を、ピペット最先端の限られた極微小面積とすることができ、液体材料がピペットに沿ってぬれ上がり付着することを防止することができる。

【0044】また、基板上に吐出された液体材料を所定の温度に冷却する基板冷却機構を設けた構成にすることにより、冷却された液体材料の表面張力をピペットに対して相対的に大きくすることができ、前記ぬれ上がり付着を防止することが可能になる。

【0045】さらに、試料ステージ上の基板近傍に、ピペット先端部に付着した液体材料を洗浄除去するピペット洗浄機構を設けた構成にすることにより、たとえピペット先端部に液体材料の一部が付着したとしても、洗浄除去により常に正常な状態にて微量供給を継続して行うことが可能になる。

【0046】そして、液体材料を供給するピペット近傍を、供給すべき液体材料の揮発性成分の蒸気を含んだ雰囲気につく構成と、ピペット先端部とその近傍の特にその外表面に、液体材料が前記ピペットにぬれ上がり付着するのを防止可能な前記液体材料より小さい表面張力を有する材質の防止膜を形成して使用する構成とを組み合わせることににより、前記各作用における微量供給機能はさらに向上し、パターン欠落欠陥部に対して一層安定した微量供給を継続して修正を行うことが可能になる。

【0047】

【実施例】本発明の第1の実施例について図1を用いて説明する。図中、前記図18と同符号のものは同じもの、または同機能のものを示す。図1に示すように、本発明の液体材料微量供給装置は、前記従来の図18に示した液体材料微量供給装置と同様に、ピペット1、ピペット駆動機構2、パルスガス圧印加機構3、観察光学系4、ガス圧伝播チューブ6、基板7、ステージ8を備えて、さらに内部を液体材料5の揮発性成分5aの蒸気を含んだ雰囲気につくことのできる気密性カバー10を備えている。

【0048】気密性カバー10は、観察光学系4により液体材料供給部を観察するための透光性のウインドウ11、ガスの導入、排気などを行うためのポート12a、12b、12c、12dを有し、ピペット1及びピペット駆動機構2、試料ステージ8を覆うように気密性を保って設置することができる。ポート12aには液体材料5の揮発性成分5aの入った容器13がバルブ14aを

介して接続しており、バルブ14aを開けることにより気密性カバー10内に液体材料5の揮発性成分5aの蒸気を含んだガスを導入することができる。容器13には温調器15が接続されており、加熱又は冷却により容器13内のガスに含まれる揮発性成分5aの分圧を任意に制御することが可能になっている。ポート12bからは調圧弁16を介して、窒素、アルゴン、ヘリウム、キセノンなどの不活性ガス17を導入できるようになっている。ポート12cには、バルブ14cを介して吸引ポンプ18が接続しており、バルブ14cを開けることにより気密性カバー10内のガスを排気することができる。ポート12dには気密性カバー10内のガスの状態、各ガス成分の分圧及びガスの温度を測定するガスモニタ19（分圧モニタ19ともいう）が接続され、気密性カバー10内のガスの状態が表示される。

【0049】上記液体材料微量供給装置による液体材料5の微量供給手順を、以下に説明する。まず、基板7を試料ステージ8上に設置し、予め定められた成分比の液体材料5を充填したピペット1を、ピペット駆動機構2に取付ける。次に、気密性カバー10をピペット1、試料ステージ8及びピペット駆動機構2を覆うように取り付ける。そして、ガス圧伝播チューブ6をピペット1と気密性カバー10の端子20とに、また、ガス圧伝播チューブ6aを気密性カバー10の端子20とパルスガス圧印加機構3とにそれぞれ接続する。

【0050】次に、バルブ14aを開け、揮発性成分5aの蒸気を含んだガスを気密性カバー10内に導入し、気密性カバー10内の揮発性成分5aの分圧を高めていく。ここで、気密性カバー10内の揮発性成分5aの分圧を飽和蒸気圧に等しくすれば、ピペット1先端からの揮発性成分5aの蒸発は完全に抑止され、ピペット1先端における液体材料5の固化による詰まりを防止できる。また実際的には、飽和蒸気圧よりやや低い分圧でもピペット1先端からの揮発性成分5aの蒸発速度が十分に小さくなるため、ピペット1は十分に長い時間詰まりのない状態に維持できるようになり、ピペット1の詰まりを防止するという目的は実効的に達成することができる。したがって、気密性カバー10内の揮発性成分5aの分圧を概ね飽和蒸気圧に等しく保つことにより、ピペット1の詰まりを実用上十分な状態に防止することができる。

【0051】上記気密性カバー10内が揮発性成分5aの飽和蒸気圧雰囲気に達するまでには若干の時間を要する。このため、ピペット1の先端部から揮発性成分5aが若干量蒸発すると考えられ、供給特性が変化する可能性がある。そこで、基板7への液体材料5の微量供給に先立って、ピペット1の先端部の液体材料をモニタ用基板21上に吐出し、微量供給ができる状態に回復したことを確認しておく必要がある。これは次の手順により実現可能である。まず、ピペット1をモニタ用基板21に

接触させ、パルス幅が長く、かつ高いガス圧のパルスガス圧を連続的にピペット1に印加し、ピペット1先端部の液体材料5をモニタ用基板21上に吐出させる。次にインジェクション条件を本来基板7上に微量供給するための条件に設定し直し、モニタ用基板21上に液体材料5をドット状に供給していく。ここで、前記モニタ用基板21上に供給された液体材料5の供給形状を、観察光学系4を介して制御系22内の画像処理装置に送り、供給寸法を求めて該供給寸法のばらつきを算出する。そして、それが所定値よりも小さくなったことを確認することにより、ピペット1内に残っている液体材料5の成分比がほぼ一定値に収束したとみなすことができる。この後は、気密性カバー10内の揮発性成分5aの分圧が、常にほぼ飽和蒸気圧に保たれるように制御されるため、ピペット1先端からの揮発性成分5aの蒸発が生じず、微量供給であっても経時的に供給特性が変化することはない。

【0052】なお、モニタ用基板21と基板7の表面状態を等しくしておくことにより、実際の基板7上での供給寸法を予めモニタ用基板21上で知ることができ、インジェクション条件を最適化することが可能となる。

【0053】上記の手順を経た後、液体材料5の被供給部が観察光学系4により観察できるように、試料ステージ8を介して基板7の位置を調整する。次に、ピペット1を基板7の液体材料5を供給すべき位置に接触させ、パルス状ガス圧をガス圧印加機構3により予め求めておいたインジェクション条件でピペット1に印加する。該ガス圧印加により液体材料5が基板7上に供給された後、ピペット1は基板7から離され、液体材料5の供給を完了する。

【0054】ポート12aから揮発性成分5aの蒸気を含んだガスを気密性カバー10内に導入する際、容器13の温度などの条件によってはポート12aから気密性カバー10内に導入するガス中の揮発性成分5aの分圧が、気密性カバー10内で達成しようとする分圧と異なる場合がある。このような場合には、温調器15により容器13を加熱もしくは冷却し、ポート12aから導入されるガス中の揮発性成分5aの分圧を調整することにより、飽和蒸気圧以下の範囲で任意に気密性カバー10内の揮発性成分5aの分圧を制御することができる。この場合、気密性カバー10内の揮発性成分5aの分圧情報をガスモニタ19を介して制御装置22に送り、達成すべき分圧との差から定まる容器13の温調条件を温調器15にフィードバックすることにより、高精度に気密性カバー10内の揮発性成分5aの分圧を制御することが可能となる。

【0055】一方、基板7の温度が気密性カバー10内のガス温度に比べて低いときは、基板7上に揮発性成分5aが結露する場合があり、また、揮発性成分5aが溶媒の場合には、レジストパターンの場合、基板7上のレ

ジストパターンを溶解して該レジストパターンを壊す可能性が生ずるが、このような場合は、試料ステージ8内に温調器を設け、基板7を加熱したり、或いは基板7の温度を十分に高くした状態で処理を行うなどすることにより対応することが可能である。

【0056】前記気密性カバー10内のガス雰囲気揮発性成分5aの飽和蒸気圧雰囲気に保つことは、容器13を加熱するなどして気密性カバー10内での飽和蒸気圧以上の分圧の揮発性成分5aの蒸気を含んだガスを、ポート12aから気密性カバー10内に導入することにより実現できる。ただしこの場合、余分に供給された揮発性成分5aの蒸気は、気密性カバー10や各装置の表面で結露することになるため、これら各部に結露した揮発性成分5aを流路を作るなどして集め、集めた結露を再び容器13に循環させるようにすれば、揮発性成分5aを有効に利用することが可能になる。

【0057】ところで、液体材料5の揮発性成分5aは、例えば、アセトンやエタノールといった有機溶媒である場合が多い。このような有機溶媒は、消防法などで定める危険物である場合が多く、したがって、気密性カバー10内にかかる揮発性成分5aの蒸気を含んだ雰囲気にする際には、安全上の配慮を要求される場合もある。この場合の安全対策としては、具体的には次のような方法がある。

【0058】まず、揮発性成分5aに引火性、発火性及び爆発性などの危険性がある場合には、気密性カバー10内の酸素濃度を十分に低くしておく必要がある。本発明の液体材料微量供給装置においては、揮発性成分5aの蒸気を気密性カバー10内に導入する前に、調圧弁16を開いて不活性ガス17を気密性カバー10内に導入するとともに、バルブ14cを開いて気密性カバー10内のガスを排気ポンプ18を介して排気する。これにより気密性カバー10内のガスを十分に酸素分圧の小さいガスに置換することができる。この置換状態は気密性カバー10内の酸素分圧が十分に低くなったことを分圧モニタ19により測定して確認する。該確認の後、調圧弁16と排気用のバルブ14cとを閉じ、次に蒸気導入用のバルブ14aを開き揮発性成分5aの蒸気を気密性カバー10内に導入する。この後も常時、気密性カバー10内の酸素分圧をモニタし、酸素分圧が高まった場合には、上記排気と不活性ガス17の導入を行い、酸素分圧を所定値内に保つようにする。この場合、分圧モニタ19には少なくとも2つのセンサが組み込まれ、揮発性成分5aの分圧と酸素の分圧の双方をモニタできるように考慮されている。

【0059】つぎに、揮発性成分5aに麻酔性や刺激性などがあり人体への有害性がある場合には、気密性カバー10や揮発性成分5aの容器13などからの大気中への揮発性成分5aの漏洩防止と、気密性カバー10内からの排気ガスの除害を行う必要がある。これは、排気ボ

ンプ 18 の排気側に更に除害装置 23 を設置し、さらに液体材料微量供給装置の周辺にガス漏洩センサを設置し、揮発性成分 5 a の漏洩が発生してガス漏洩センサに検知された場合には、該装置周辺のガスを排気装置により排気し、その排気ガスを除害装置 23 に導入して除害することにより対応することができる。また、併せて気密性カバー 10 内の圧力を装置の周囲に対して負圧状態とし、気密性カバー 10 の内部のガスが外部に漏れないようにすることも有効である。

【0060】上記実施例において、バルブ 14 a、14 c、調圧弁 16、排気ポンプ 18、温調器 15 及び分圧モニタ 19 を、制御装置 22 に接続して一括して制御することにより、気密性カバー 10 内のガス雰囲気制御を自動で行うことが可能である。

【0061】図 1 において揮発性成分 5 a の容器 13 は、バルブ 14 a を介してポート 12 a に配管にて接続されているが、この構成に変えて、自動的に開閉するふたおよび温調器が設けられた容器を気密性カバー 10 内に設置し、該容器内に揮発性成分 5 a を入れておき、該容器のふたの開閉および温調器の作動を、図 1 に示すバルブ 14 a および温調器 15 の動作と同様に作動させることによって、同等の機能を実現することが可能である。そしてこの場合には、液体材料 5 を供給しない間は、気密性カバー 10 内に設置した容器内の揮発性成分 5 a 又は液体材料 5 にピペット 1 の先端を浸漬させておき、ピペット 1 先端から揮発性成分 5 a が抜けていくのを防止することが可能である。ここで、前記容器内に揮発性成分 5 a の場合には、ピペット 1 には連続的にガス圧を印加して、揮発性成分 5 a がピペット 1 内に侵入することを防いだり、あるいは、基板 7 上への液体材料 5 の供給に先立ってモニタ用基板 21 上に試し供給を行い、ピペット 1 内の液体材料 5 の状態が調整される。

【0062】なお、図 1 に示す液体材料微量供給装置は、液体材料 5 を供給すべき基板 7 の全体を気密性カバー 10 により覆う構成である。このため、基板 7 の寸法が小さい場合には、それに対応して気密性カバー 10 の寸法も小さくてすみ、装置全体も小型化するが、例えば大面積の液晶基板やプリント基板などのように、液体材料 5 を供給すべき基板 7 の寸法が大きい場合には、気密性カバー 10 の寸法も対応して大きくなり、装置もそれだけ大きくなり好ましくない。それゆえ、液体材料 5 を供給すべき基板 7 の寸法が大きい場合には、局所的に雰囲気を制御できる機構を持つ構成にし、装置を大型化しないことが望ましい。ただしこのような場合には、基板表面に雰囲気制御機構のどこかが接触して、基板表面に異物を付着させたり傷を付けたりする好ましくない問題を有していた。したがって、局所的に雰囲気を制御する場合には、雰囲気制御機構が基板に非接触であることが要求される。以下にその実施例（第 2、第 3、第 4 の各実施例）を説明する。

【0063】本発明の第 2 の実施例について図 2 を参照して説明する。図中、前記図 1 および図 18 と同符号のものは同じもの、または同機能のものを示す。本実施例は、前記局所的な雰囲気制御機構を有する液体材料微量供給装置に関するもので、ピペット 1、パルスガス圧印加機構 3、観察光学系 4、試料ステージ 8 a、制御装置 22、雰囲気制御用スカート 24、スカート駆動機構 25 等から構成される。

【0064】雰囲気制御用スカート 24（以下、単にスカート 24 という）は、液体材料供給部を観察するための透光性のウインドウ 11、揮発性成分 5 a の蒸気を導入するためのポート 12 e 及びピペット 1 を微動させる微動機構 26 を有している。スカート 24 のポート 12 e とバルブ 14 e との間は可とう性の配管、例えばテフロンチューブなどで接続されており、スカート 24 の移動時に該スカート 24 に大きな力が作用しないようになっている。そして、バルブ 14 e を介して、窒素、アルゴン、ヘリウム、キセノンなどの不活性ガス 17 をバッファガスとして、液体材料 5 の揮発性成分 5 a の蒸気が導入できるようになっている。また、バッファガスの圧力を調圧弁 16 により調整でき、更にバッファガスの流量を流量計 27 により測定できるようになっている。なお、液体材料 5 の揮発性成分 5 a の容器 13 a には温調器 15 がついており、加熱又は冷却により容器 13 a 内のガスに含まれる揮発性成分 5 a の分圧を任意に制御することが可能になっている。

【0065】上記液体材料微量供給装置による液体材料 5 の微量供給手順を、以下に説明する。まず、基板 7 を試料ステージ 8 a 上に設置する。次に、液体材料 5 を充填したピペット 1 を、スカート 24 内の微動機構 26 に取り付け、ピペット 1 の先端がスカート 24 の下端より上方に位置するように調整する。ついで、スカート 24 をスカート駆動機構 25 に取り付け、試料ステージ 8 a 上のスカートランディング領域 28 にスカート 24 を位置決めする。ここで、調圧弁 16 を周囲の大気圧 P0 より高い圧力 P1 に設定して開き、更にバルブ 14 e を開けることにより、不活性ガス 17 をバッファガスにして揮発性成分 5 a の蒸気がスカート 24 内に導入される。この際、揮発性成分 5 a の容器 13 a の温度を制御することにより、ガス中の揮発性成分 5 a の分圧を概ね飽和蒸気圧に調整しスカート 24 内に導入する。温調器 15 により容器 13 a を加熱もしくは冷却し、ポート 12 e から導入されるガス中の揮発性成分 5 a の分圧を調整できることは、前記第 1 の実施例の場合と同様である。

【0066】次に、スカート駆動機構 25 により、スカート 24 を試料ステージ 8 a 上のスカートランディング領域 28 から少し浮上させる。この時、スカート 24 内の圧力 P1 の方が周囲の大気圧 P0 よりも高く設定してあるため、周囲の空気がスカート 24 内に侵入することがなく揮発性成分 5 a の分圧は一定に保たれる。また、

バッファガス圧P1が大気圧P0よりも高いため、スカート24内に導入したガスの一部は、スカート24の下端と試料ステージ8aの表面のすき間から流出するが、このガスの流出量とスカート24内に流入するバッファガスの流入量が等しいことから、スカート24からの単位時間当たりの流出量を流量計27により検知できる。

【0067】前記スカート24の下端と試料ステージ8aの表面との間のギャップGの大きさと、バッファガス流量Qと間には、図3に示すように直線的な比例関係が成り立つ。したがって、スカート24の下端と試料ステージ8aの表面との間のギャップGの大きさは、流量計27によって測定されるバッファガスの流量Qから算出可能である。そこで、流量計27によって測られるバッファガスの流量Qを制御系22によりスカート駆動機構25の浮上量制御信号にフィードバックすることにより、ギャップGを一定になるように制御することが可能となる。ここで、試料ステージ8aはランディング領域28の表面と基板7の表面とが同一レベルになるように形成されており、それ故、ランディング領域28においてギャップGの大きさを設定すれば、基板7上においても概ね同程度のギャップGの大きさを維持することができる。更に基板7上においても流量計27によるバッファガスの流量測定によりギャップGの大きさを調整することが可能である。ギャップGの大きさは、例えば、基板7上のレジストの厚さが10μmの場合に、該レジストの厚さに比べ十分に大きくレジストパターンがあることによる誤差の影響を無視できる30μmから50μm程度に設定したりすることができる。

【0068】上記のように、基板7表面よりスカート24を浮上させた状態で、ピペット1近傍を局所的に揮発性成分5aの飽和蒸気圧雰囲気中に保てるようにした後、基板7を試料ステージ8aにより移動し、液体材料5を供給すべき場所を観察光学系4の視野内に位置決めする。次にピペット1を微動機構26により微動させて基板7の液体材料5を供給すべきところに接触させ、所定のパルスガス圧を印加して液体材料5を微量供給する。この場合においても、モニタ用基板21を試料ステージ8a上に準備し、基板7への液体材料5の供給に先だって、ピペット1内の液体材料5の状態を調整することは、前記第1の実施例の場合と同様に可能である。

【0069】つぎに、本発明の第3の実施例を図4を参照して説明する。本実施例は、前記局所的な雰囲気制御機構を有する第2の実施例の他の実施例に関するものである。図中、前記図1、図2および図18と同符号のものは同じもの、または同機能のものを示す。図4に示す如く、スカート24のスカート駆動機構25への取り付けはアーム29を介して行われるが、スカート24とアーム29とは固定されておらず、空気軸受などのような軸受構造を介して取り付けられるようになっている。そのため、スカート24はアーム29に対して上下方向に

摺動可能であり、更に前記バッファガスの圧力と流量を、調圧弁16及び流量制御装置30により制御することができる。ここで、スカート24の重力の方向に垂直な面の断面積をA、質量をmとし、大気圧をP0、重力加速度をgとすると、 $A(P1 - P0) > mg$ を満たすバッファガス圧P1に設定することにより、スカート24をバッファガス圧により浮上させることができる。

【0070】そして、バッファガスの流量Qを変化させることによりスカート24の浮上量を制御することができる。該制御により、長いアームを介してのスカート24と試料ステージ8aとの間の微小なギャップGの高精度な制御を行う必要がなくなり、装置の構成が容易になる。また、スカート24の浮上が圧力の作用によりなされるため、スカート24下端部に均等に力が作用し、仮りに試料ステージ8aが傾斜していてもそれに倣ってスカート24が傾斜するため、スカート24の一部が基板7に接触することが防止できるという利点がある。

【0071】次に、本発明の第4の実施例を図5を参照して説明する。本実施例は、前記局所的な雰囲気制御機構を有する第2の実施例のさらに他の実施例に関するものである。図中、前記図1ないし図4および図18と同符号のものは同じもの、または同機能のものを示す。本実施例においては、ピペット1は、鞘31内に収納されており、必要に応じて先端部が鞘31から突き出るようになっている。鞘31には、温調器15の付いた容器13がポート12aを介して接続されており、容器13の中に入った液体材料5の揮発性成分5aの蒸気が、鞘31内に任意の分圧で導入できるようになっている。また、鞘31の内部は、スライドするピペット支持体32及びシャッタ33により密閉構造にすることができる。したがって、温調器15により揮発性成分5aの蒸気を十分に高い蒸気圧で発生し、かつ、鞘31の内部を密閉構造にすることにより、短時間で、鞘31の内部の揮発性成分5aを飽和蒸気圧雰囲気中に保つことができる。また、鞘31はアームと一体になっており、ピペット駆動機構2により粗動及び微動が可能である。

【0072】液体材料5の供給に際し、鞘31内のピペット支持体32及びシャッタ33は、次のように連動して作動するようになっている。液体材料5を供給しない間は、ピペット1は鞘31の内部に完全に収納されており、シャッタ33も閉じられている。一方、液体材料5の基板7上への供給時には、まず、ピペット駆動機構2により鞘31が液体材料5の供給部付近に位置決めされる。次に、モータ34bの作用によりシャッタ33が開き、続いて、モータ34aの回転により接続されたシャフト36が回転し、それに伴い、ピペット支持体32が鞘31内を先端方向に移動する。ピペット支持体32の駆動機構は、例えばボールねじやねじ送り機構のようなものでよい。このとき、ピペット1の先端が液体材料5を供給すべき基板7に接触すると、ピペット1に反力が

生じ、ピベット支持体32のピベット1の取付部にある圧力センサ37aにより、ピベット1と基板7との接触が検知される。このピベット1と基板との接触を検知した瞬間にモータ34aは回転を停止し、液体材料5の供給の準備が完了する。その後、液体材料5の供給が終了した後は、速やかにモータ34aの回転によりピベット1が鞘31内部に収納され、ストッパを兼ねた圧力センサ37bによりピベット1の収納が検知される。このピベット1の収納を検知した後、モータ34bの回転によりシャッタ33が閉じられる。この1連の動作は十分に素早く行うことができるので、ピベット1が鞘31から出て大気中にさらされている時間は十分に短く、このため、ピベット1先端からの液体材料5の揮発性成分5aの蒸発量は少なく、微量供給にほとんど影響を与えない。また、鞘31内部は、常に揮発性成分5aの飽和蒸気圧雰囲気に保たれているので、当然鞘31内におけるピベット1先端からの揮発性成分5aの蒸発も無く、繰り返し液体材料5を微量供給可能な状態に保つことができる。

【0073】なお、上記した各実施例において、容器13、13a内に液体材料5そのものを入れておいても、揮発性成分5aの蒸気が発生するので、同様の効果を得ることができる。また、安全上の問題がない場合には、不活性ガス17の代わりに、空気やその他のガスを用いても良い。

【0074】上記した第1ないし第4の各実施例における液体材料微量供給装置を用いれば、各種のレジスト材料、有機絶縁膜ワニス、導電性ペーストなどの揮発性の高い溶媒と固化する成分とからなる液体材料であっても、揮発性が低い液体材料や固化しないような材料と全く同様に微量供給が可能となり、供給分解能として1p1以下の高分解能を実現することが可能になる。

【0075】つぎに、前記液体材料の微量供給に好適なピベット自体の構成およびその形成例について、図8ないし図12を参照して説明する。図中、前記図18および図19と同符号のものは同じものを示す。前記した第1ないし第4の各実施例は、気密性カバー、スカートおよび鞘等を使用して、いずれもピベット1を液体材料5の揮発性成分5aの蒸気を含んだガス内に封入状態にする構成であるが、ピベット1自体を以下に説明する構成にすることにより、ガス内に封入状態にすることなく前記液体材料の微量供給を安定して行うことが可能になる。

【0076】図8において、1aは、液体材料のぬれ性によるピベット1へのぬれ上がり付着を防止するために、ピベット1の先端およびその近傍に形成された防止膜である。防止膜1aは、図示のようにピベット1の先端およびその近傍の外表面のみに形成する構成のほか、ピベット1の外表面全面に施す構成にしてもよく、また、外表面だけでなく内面にも形成してもよい。

【0077】防止膜1aを形成する材料としては、供給すべき液体材料5がぬれにくい性質を有していることが必要で、ポリエチレンなどの炭化水素系重合体、ポリ塩化ビニリデン、ポリ塩化ビニルなどの塩素化物、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニル、ポリトリフルオロエチレン、ポリテトラフルオロエチレンなどのフッ化物等、各種有機ポリマが挙げられる。

【0078】上記した防止膜1aを形成する材料は、通常、該材料の表面張力が供給される液体材料5の表面張力よりも小さく、そのため、防止膜1aに対する液体材料5の付着及び吸着作用が非常に弱く、液体材料5がピベット1に沿ってぬれ拡がることができなくなる、いわゆるぬれにくい性質を有している。

【0079】上記防止膜1aを形成する材料の表面張力は、いずれも50dyn/cm以下で、これらの中から供給する各種液体材料5の表面張力より小さいものを選択すればよい。特に、ポリテトラフルオロエチレンの表面張力は18dyn/cmで、一般に用いられる溶媒の表面張力(20dyn/cm以上)よりも小さく、ほとんどの液体材料5に対して防止膜1aとして用いることができる。防止膜1aは単原子層程度の厚さでも機能するから、形成される防止膜1aの膜厚はサブnm〜数ミクロンで十分である。

【0080】つぎに、図9を参照してピベット1に対する防止膜1aの第1の形成方法について説明する。防止膜1aの形成方法の一つに塗布乾燥法がある。これは、形成しようとする防止膜1aの材料を溶媒に溶かしてワニスとし、該ワニスをピベット表面に塗布した後、溶媒を乾燥して膜を形成する方法である。

【0081】まず、図9(a)に示すように、ピベット1を防止膜1aの材料を溶媒に溶かしたワニス51に浸し、ピベット1の表面にワニス51を塗布する。一般に、この状態ではワニス51の付着量が多すぎるので、余分なワニス51を除去するため、図9(b)に示すようにモータ52に接続された治具53上にワニス51の付着したピベット1を固定し、所定の回転速度でピベット1を回転させる。ここで、形成する防止膜1aは前述のように表面張力が小さい材料なので、溶媒を適当に選択することによりワニス51の表面張力および粘度を小さくすることが可能で、前記ピベット1の回転により、余分なワニス51が遠心力で除去され、極薄い膜がピベット1の先端部およびその近傍に残る。この状態でもしピベット1の先端がワニス51により詰まっている場合には、ピベット1にパルスガス圧を印加するなどして開口させる。この後、ワニス51が薄く付着したピベット1を、図9(c)に示すようにヒータ54などで加熱し、ワニス51中に含まれる溶媒成分を蒸発させ、同時に防止膜1aの付着強度を増加させて液体材料5のぬれにくい防止膜1aが形成される。

【0082】上記防止膜1aが形成されたピベット1を

使用して基板7上に液体材料5を吐出すると、図8

(a)に示すように吐出された液体材料50のピペット1に対するぬれ上がり状態は、前記図19(a)と比べてかなり小さくなっており、続いて図8(b)に示すように液体材料50よりピペット1を引き離した状態では、前記図19(b)に示すようなピペット1の先端部に付着した液体材料50aは全く見られず、液体材料5を吐出する前と同じ状態になる。この状態においては、ピペット1内の液体材料5は、ピペット1先端の内径、例えば10 μ mかそれ以下の極小さな穴でしか大気と接していないため、該液体材料5に含まれる溶媒の蒸発はきわめて少なく、ピペット1内およびピペット1の先端部で凝固することがほとんどなくなる。

【0083】このため、ピペット1の先端部を、常に、液体材料5を吐出する当初の状態と同じ一定の状態に保つことが可能になり、レジスト材料、有機絶縁膜ワニス及び導電性ペーストなどのように、揮発性の高い成分(溶媒)と固化する成分からなる液体材料5を、継続して安定して微量供給することが可能となる。

【0084】つぎに、図10を参照してピペット1に対する防止膜1aの第2の形成方法について説明する。本形成方法も前記塗布乾燥法の例で、図10(a)に示すように、防止膜1aの材料を溶媒に溶かしたワニス51を、噴霧器55により噴霧56にし、ピペット1表面に吹き付けて塗布する。しかる後、図10(b)に示すように、ヒータ54などにより加熱し、ワニス51に含まれる溶媒成分を蒸発させ、同時に防止膜1aの付着強度を増加させる。以上により、ピペット1表面に防止膜1aが形成される。この方法の場合、ピペット1先端部に形成される防止膜1aの膜厚が不均一であったり、疎らになることがあるが、ぬれという現象は非常に表面に対して敏感であるため、多少の防止膜1aの欠落部があっても、実質上ぬれ上がりの効果は減少されず、噴霧56の吹き付けによる塗布でも十分に実効的な防止膜1aを形成することが可能である。

【0085】つぎに、図11を参照してピペット1に対する防止膜1aの第3の形成方法について説明する。本形成方法は電気泳動めっき法を利用するもので、図11(a)に示すように、まず、ピペット1表面に金属などの導電性物質からなる電極膜57を形成する。具体例としては、ピペット1を防止膜1a用材料の微粒子58を分散させた電解液59内に浸す。ついで、ピペット1表面の電極膜57と電解液59内の他の電極60との間に直流電圧を印加する。この際ピペット1表面の電極膜57の電位が、微粒子58の帯電電位と逆になるように調整することにより、電極膜57に微粒子58を電着させることができる。ピペット1を電解液59から引き上げた後、図11(b)に示すように、ヒータ54により加熱して電極膜57に含まれる電解液59の溶媒成分を蒸発させ、防止膜1aが形成される。この方法は、各種有

機ポリマなどの絶縁材料でも成膜が可能であり、防止膜1aの形成に適用できる。

【0086】つぎに、図12を参照してピペット1に対する防止膜1aの第4の形成方法について説明する。防止膜1aの他の形成方法として、表面活性剤のように表面張力の小さな物質をピペット1表面に吸着させる方法がある。一般に金属表面は、表面張力がとても大きくて前記液体材料に対するぬれ性が良いと云われているが、大気中に曝した金属表面は液体材料に対するぬれ性の悪い表面になっていることが多い。これは、金属表面を大気中に曝すことにより、金属表面に表面張力の小さな膜が物理吸着や化学吸着により形成されるためであるが、このことは、ピペット1上に表面張力が大きく表面が活性な材料からなる中間層を形成し、該中間層の表面上に表面張力の小さな吸着膜を形成することにより防止膜1aが形成可能なことを示している。実際に前記中間層を形成した後すぐに、表面張力の小さな、例えば有機フッ化物やエステル基を有した有機材料の溶液または蒸気雰囲気中にピペット1を接触させることにより、中間層表面に表面張力の小さなぬれ上がり防止層を吸着させることができる。

【0087】まず、図12(a)に示すように、ピペット1表面に、金属材などのような表面張力が大きく、かつ表面の活性が大きい材質からなる中間層62を、減圧チャンバー63内でプラズマスパッタ法などにより形成する。ここで、61はターゲット、64はプラズマ、65はバルブ68aを介して減圧チャンバー63に連通しているぬれ上がり防止材料容器、66はバルブ68bを介して減圧チャンバー63に連通している排気ポンプ、67はバルブ68cを介して減圧チャンバー63に連通しているバッファガス容器である。中間層62を形成した後、該中間層62の表面が汚染されない様に、減圧チャンバー63内の減圧雰囲気を維持した状態で、ぬれ上がり防止材料容器65内のぬれ上がり防止材料69をヒータ70で加熱するなどして、分子状にして減圧チャンバー63内に導入する。すると、図12(b)に示すように、導入されたぬれ上がり防止材料分子71は活性な中間層62の表面上に物理吸着あるいは化学吸着して、防止膜1aが形成される。

【0088】本形成方法の場合、上記のように中間層62を形成した後、汚染されないうちに防止膜1aを吸着させても良いし、他の方法で形成した中間層62もしくはピペット1そのものの表面を減圧するなどして汚染を防止した雰囲気中でクリーニングするなどして表面の活性度を高め、防止膜1aを吸着させても同様の効果が期待できる。なお、中間層62の具体的材質としては、Cr, Cu, Al, Ti, Mo, Au, Ag, Pt, Pdなどの各種金属材料が挙げられる。

【0089】防止膜1aの形成方法としては、上記第1ないし第4の形成方法のほかに、図示しないが次のよう

な方法がある。ピペット1に、スパッタまたは蒸着などにより防止膜1aを形成する方法がある。このうちスパッタ成膜法は、電極上に成膜しようとする材質の薄膜を成膜したものをターゲット61に用い、減圧雰囲気中でRF電圧等を印加して発生させたプラズマにより、ターゲット61をスパッタすることにより成膜することができる。つぎに、蒸着成膜法では、蒸着源として成膜しようとする物質を用い、加熱して蒸発させピペット1表面に成膜する。また、有機材料ガス、たとえばフロンなどを用いてプラズマ重合させることによってもピペット1表面に有機薄膜を形成することが可能である。さらに、すでに形成した有機材料膜の表面に紫外線などの光を照射し、光化学反応によりフッ素や水素で表面をターミネートすることにより、表面張力を小さくすることによっても、上記第1ないし第4の形成方法の場合と同様の効果の防止膜1aを形成することが可能である。

【0090】他方、ピペット1先端部の液体材料5に対する付着を防止する他の方法として、ピペット1の材質をガラスではなく、表面張力の小さな有機ポリマ材料を使用して形成する方法がある。具体的な材質としては、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレータ、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニル、ポリプロピレンなどの熱可塑性で、かつ表面張力の小さい各種有機ポリマが有り、これらをガラス管と同様にヒーターなどによる加熱と張力の印加により細く整形し、微量供給用ピペットを形成することができる。このように表面張力の小さな有機ポリマ材料でピペット1を形成することにより、液体材料5の微量供給の際のぬれ上がりを防止し、安定した微量供給を可能にすることができる。

【0091】前記図8ないし図12を参照して行った説明は、ピペット1先端部への液体材料のぬれ上がり付着を、防止膜1aを形成して防止することにより、安定的に液体材料の微量供給を可能にする方法であるが、以下に、液体材料のピペット1先端部へのぬれ上がり付着を、防止膜1aを形成しない他の方法で防止する複数の例について、図13ないし図17を参照して順に説明する。図中、前記図18と同符号のものは同じもの、または同機能のものを示す。

【0092】図13は、液体材料のピペット1先端部へのぬれ上がり付着を、液体材料微量供給時のピペット1の挙動制御を介して防止する実施例で、前記図18に示す市販のマイクロインジェクション装置を使用して行う例である。上記ピペット1の挙動制御は、前記図19

(b)に示す液体材料50aのぬれ上がり付着が、吐出された液体材料50内にピペット1が浸っていることが一因となって発生していることを考慮した制御方法である。すなわち、液体材料5を微量供給する際に、ピペット1の先端部が常に吐出した液滴の表面すれすれに位置するように、吐出に同期してピペット1を自動的に上昇させると、ピペット1の先端部は該先端部の極微小な面

積だけが吐出した液滴表面と接触することになり、液体材料5がピペット1に沿ってぬれ上がり付着することを抑制できるのである。なおこの場合、ピペット1の基板7に対する接触角度が垂直に近いほど、ピペット1と液滴表面との接触面積を小さくすることができるので、一層効果的になる。

【0093】図13において、72はピペット駆動機構2、観察光学系4およびモニタ9の間を接続する制御装置で、基板7上への液体材料5の吐出開始を検知し、該吐出に同期してピペット1の先端部が常に吐出した液滴の表面すれすれに位置するように、ピペット1を自動的に上方に逃がすことができるようになっている。

【0094】上記制御装置72における制御は、図14に示すパルスガス圧印加時における液体材料吐出状況に基づいて行われる。図中、横軸は時間の経過を示し、縦軸はパルスガス圧、吐出体積および液滴表面までの高さ（以下、液滴高さという）を示す。図14において、ピペット1にパルスガス圧が印加されると、若干の時間遅れの後、液体材料5の吐出が始まり、この後、パルスガス圧の印加時間に比例して吐出体積が増加する。しかし液滴高さは、吐出体積の1/3乗に比例するので、液体材料5の吐出開始後、パルスガス圧が印加される時間の1/3乗に比例して液滴高さが増加することになる。この際の比例係数は、ピペット1の孔径、パルスガス圧の大きさおよび液体材料5の物性により定まる。従って、例えば、予め予備実験をするなどしてパルスガス圧印加時間と液滴高さとの関係を求めておけば、図13に示す装置の場合、常にピペット1先端が液滴の頂上に位置するように制御することができる。そのため、ピペット1への液体材料5のぬれ上がり付着を防止することができ、継続して液体材料5の安定供給が可能になる。

【0095】図15は、液体材料のピペット1先端部へのぬれ上がり付着を、基板上に吐出した液体材料を冷却して防止する実施例で、前記図18に示す市販のマイクロインジェクション装置を使用して行う例である。図中、73は試料ステージ8上に組み込まれた基板冷却機構で、基板7上に吐出された液体材料5を冷却することによりその表面張力を大きくする機能を有している。本実施例は、一般に液体材料の表面張力が低温になるほど大きくなる傾向があることを利用するもので、基板7上に吐出された液体材料5を基板冷却機構73を介して冷却し、該液体材料5の表面張力がピペット1に対して相対的に大きくなるようにして、ピペット1への液体材料5のぬれ上がり付着を防止する構成である。

【0096】つぎに、図16は、ピペット1先端部にぬれ上がり付着した液体材料を、ピペット洗浄機構を介して除去することにより、該ぬれ上がり付着を防止する実施例で、前記図18に示す市販のマイクロインジェクション装置を使用して行う例である。図中、74は試料ステージ8上の基板7近傍に組み込まれたピペット洗浄機

構である。図17はピペット洗浄機構の1例で、溶媒容器75内に有機溶媒76を入れ、溶媒容器75の底部に超音波発振源77を組み込み、超音波発振源77を作動させることにより有機溶媒76に浸漬したピペット1の先端部を超音波洗浄する構成である。

【0097】液体材料5を基板7上に微量供給した後、図17に示すようにピペット1先端部に液体材料50aが付着した場合には、その付着の程度がパルスガス圧の変化等により直ちに検知されるとともに、ピペット1がピペット駆動機構2および試料ステージ8の駆動によりピペット洗浄機構74側に移動され、ピペット洗浄機構74を介してピペット1先端部に付着した液体材料50aが超音波洗浄されて除去される。このため、ピペット1先端部を常に付着物のない液体材料微量供給可能な状態に維持することが可能になる。この場合、ピペット駆動機構2および試料ステージ8を、前記液体材料5の吐出ごとに同期させて駆動してピペット1を洗浄するようにしてもよい。

【0098】なお、上記洗浄は、液体材料50aの付着の状態や程度に応じて、有機溶媒76の種類や超音波発振源77の有無などを適当に選択することができる。また、洗浄の際、ピペット1に若干のパルスガス圧を印加しておくことにより、有機溶媒76がピペット1内の液体材料5に混ざること防止できる。

【0099】このように前記図13ないし図17に示す各実施例においても、前記図1ないし図5に示す各実施例と同様に、各種のレジスト材料、有機絶縁膜ワニス、導電性ペーストなどの揮発性の高い溶媒と固化する成分とからなる液体材料であっても、微量供給が可能となり、供給分解能として1p1以下の高分解能を実現することが可能である。

【0100】次に、前記の各液体材料微量供給装置を用いた電子素子及び回路基板のパターン欠落欠陥の修正方法に関する実施例を、図6、図7を参照して説明する。まず、各種パターン欠落欠陥のうち、レジスト欠落欠陥の修正方法について説明する。図6は、大型計算機用のモジュール基板のレジスト欠落欠陥の1例を示す図である。図6において、38はレジスト、39は下地の金属薄膜、40はレジスト欠落欠陥部を示す。ここで具体的なレジストパターンの寸法例として、ライン：スペース＝25μm：25μm、レジスト欠落欠陥40の欠落長さをパターン幅と同程度の25μmとする。この場合、レジスト欠落欠陥の修正仕様としては、形成される金属パターンに隣接配線とのショートや配線の細りによる高抵抗化等の機能上の問題が生じないような幅、レジスト欠落欠陥部を補える十分な長さ、エッチャントやめっき液に対し十分な耐性が保てる厚さ及び材質であることが要求される。上記具体例のレジスト欠落欠陥40を修正する場合には、形成される金属パターンは、寸法的にはレジストの形成幅30μm、位置精度±2.5μm、長

さ35μm、厚さ2μmといった値が必要とされる。この場合、修正用レジストの形成体積はわずかに2.1p1に過ぎず、このため従来の方法では修正用の液体材料を制御性良く供給することはできなかった。

【0101】しかし、前記図1ないし図5を参照して説明した液体材料微量供給装置の各実施例、すなわち、材料供給部の雰囲気気と液体材料の揮発性成分の飽和蒸気圧と雰囲気気に制御できる液体材料微量供給手段の内いずれかの実施例を用いることにより、図6に示すレジスト欠落欠陥部40に対して前記修正仕様に適合する修正用レジスト41が制御性良く微量供給され、図7に示すように修正用レジストの形成体積が僅かであっても所望の修正が可能になる。

【0102】前記修正用レジスト41としては、溶媒中にポリマーが溶解した材料のうちで形成されるポリマー膜が、エッチャントやめっき液に対して耐性を持つようなワニス材であれば良く、もちろんレジストワニスであっても良い。このような材料としては、例えば、エポキシ樹脂やフェノール樹脂、ポリイミド樹脂などの熱や光でポリマー化する有機樹脂が、ポリマー化する前の材料の状態と溶媒に溶解した材料や、既にポリマー化した有機樹脂、例えばポリイソブレンやポリブタジエンなどのゴム系の樹脂が溶媒に溶解したような材料を用いることができる。

【0103】また、レジスト欠落欠陥の修正は、修正装置内に赤外線照射装置や紫外線照射装置などの液体材料5を硬化する機能を有する装置が含まれていると、修正の工程を一貫して行うことができて望ましい。メインの製造ラインに対してオフラインの位置に修正装置が配置されている場合には、その修正装置内か、オフラインの位置かに液体材料5を硬化する手段を有する構成にすると、修正工程をメインの製造工程から完全に独立にすることができて、製造ラインの流れを妨げることが無くなり、全体のスループットを維持する上で有意義である。この構成とは逆に、ほとんど必ずという程欠陥修正が必要であるような場合には、製造ライン中に修正装置を配置し、修正での液体材料5の硬化と製造工程中でのそれを共通の装置で行うようにすると、設備コストを抑制する効果がある。

【0104】レジスト欠落欠陥の修正工程を、整理して説明する。まず、検査装置から送られる基板7の欠陥位置情報を取り込む。次に、必要に応じて、モニタ用基板21により供給条件を設定し、修正すべき基板7を、先に取り込んだ欠陥位置情報に従い試料ステージ8を介して位置決めする。次に修正のための液体材料5を微量供給し、修正装置上もしくは別の装置に設けられている液体材料硬化手段により液体材料5を硬化させる。この時点で修正が成功裏に終了した場合、基板7はアンロードされて、製造工程の所定の工程に流される。しかし、修正がうまくいかず、余剰に修正膜が形成されたような場

合には、その余剰部をスポット露光によりトリミングしたり、レーザ除去加工により除去したり、或いは機械的に削り取るような手段により除去し、しかる後、製造工程に流される。

【0105】また、レジストワニスのように感光性の材料を修正に用いる場合、液体材料微量供給装置の観察光学系4は、観察や供給形状の取り込みに用いる照明光の波長を適当に調整する機能を持っていることが必要になるが、これは、光路の途中に液体材料5の感光する波長より短い波長をカットする光学フィルタなどを設けることにより実現できる。この場合、修正処理を行う部屋の光源に対しても同様の観点から、液体材料5の感光する波長より短い波長の光をカットしたランプを用いることになる。また、基板7の持ち運びのための容器も、液体材料5の感光する波長より短い波長を透過しない材質でできていることが望ましい。

【0106】つぎに、有機ポリマや酸化珪素などからなる絶縁膜パターンの欠落欠陥も、前記図1ないし図5を参照して説明した液体材料微量供給装置の各実施例の内いずれかの実施例を用いることにより、前記レジスト欠落欠陥の修正工程と同様の工程にて修正することができる。この場合の供給する材料としては、有機ポリマまたはその重合前の材質を溶媒に溶かして液体状にした材料、エポキシ樹脂などのような熱・光硬化性材料とその硬化剤からなる液体状材料、あるいはシリカなどの無機材料をコロイド状に溶解した液体材料などを用いることができる。そして、この修正の場合には、修正用液体材料を供給する際に、パイアホールやスルーホールまたは接続パッドなどの導体露出部に流れ込まないように、供給量および供給位置を制御しながら供給することが望ましい。

【0107】さらに、配線パターンの欠落欠陥も、前記図1ないし図5を参照して説明した液体材料微量供給装置の各実施例の内いずれかの実施例を用いることにより、前記レジスト欠落欠陥および絶縁膜パターンの欠落欠陥の修正工程と同様の工程にて修正することが可能である。この場合の液体材料5としては、例えば金属超微粒子などの導電性粒子を溶媒中に分散させたものを使用し、該液体材料5を断線部の両側の配線端部に架かるように供給し、この後、炉中にてベークしたり赤外線ランプにより加熱したりすることにより溶媒を蒸発除去し、液体材料5中に含まれた導電材料を配線断線部に堆積させることにより修正する。あるいは、液体材料5として金属錯体化合物を含んだ液体材料を用い、配線断線部に局所的に供給した後、やはり炉中にてベークしたり赤外線ランプまたはレーザ照射により加熱したりすることにより、金属錯体化合物を熱分解させて金属膜を析出し、これにより、配線断線部のみに選択的に導電膜を析出させて断線欠陥を修正する。

【0108】前記レジストパターン、絶縁膜パターンお

よび配線パターンの各パターン修正は、前記図1ないし図5を参照して説明した各実施例の液体材料微量供給装置を使用することにより、修正すべきパターン欠落欠陥部に微量のパターン修正用の液体材料を制御性、再現性よく供給して行うことができるという作用・効果を奏するのは勿論であるが、これらの各液体材料微量供給装置に使用するピペット1に変えて、前記図9ないし図12を参照して説明した液体材料のぬれ上がり付着防止の防止膜1aを形成したピペット1を使用することにより、前記作用・効果を一層向上させることが可能になる。

【0109】また、前記図1ないし図5に示す各液体材料微量供給装置は、いずれもピペット1近傍を液体材料の揮発性ガス雰囲気包む手段を有しているが、該手段を有しない市販のマイクロインジェクション装置を利用した前記図13ないし図17に示す液体材料微量供給装置を使用することによっても、前記レジストパターン、絶縁膜パターンおよび配線パターンの各パターン修正を、前記と同様に制御性、再現性よく行うことが可能である。そして、前記と同様にこれらの各液体材料微量供給装置に使用するピペット1に変えて、前記図9ないし図12にて説明した防止膜1aを形成したピペット1を使用することにより、前記作用・効果を一層向上させることが可能になる。

【0110】前記レジストパターン、絶縁膜パターンおよび配線パターンの各パターン修正方法においては、供給する液体材料5を、これらの各パターン形成に用いた材料そのものとするか、または、同様の機能を有する他の異なる材料としてもよい。また、前記微量供給特性に鑑みて、固化する成分は同じでも、溶媒だけ変えたものを用いることも可能である。この固化する成分が同一で、溶媒だけを変える場合には、例えば、表面張力が大きい溶媒を選択したり、沸点が高く常温での蒸気圧が低い溶媒に変えることにより、ピペット1先端における液体材料のぬれ上がり付着およびその硬化を抑制することが容易になる。

【0111】このように、本発明の液体材料微量供給装置を用いると、所望のパターン欠落欠陥部のみに局所的に液体材料が供給でき、洗浄工程やホトリソグラフィ工程などの基板全面に対する大がかりな工程を使用することなくパターン欠落欠陥の修正を行うことができるので、基板の製造歩留まりの向上を図ることができるとともに、前記レジストパターンをはじめとする各種パターンの再形成の頻度が減少し、生産に要する時間を短縮することができるので、製品コスト低減に貢献することができる。

【0112】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の液体材料微量供給装置は、半導体素子や回路基板のパターン欠落欠陥に対して、レジストワニスのような揮発性の高い成分と固化する成分とからなるパターン修正用の液体材料

を、ピペット先端での材料詰まりや材料の凝固、およびピペット先端部へのぬれ上がり付着を発生させることなく、制御性、再現性よく継続的に微量供給することができる効果を奏する。

【0113】そして、本発明の液体材料微量供給装置を使用することにより、半導体素子や回路基板等のパターン欠落欠陥部を、レジストワニスのような揮発性の高い成分を含むパターン修正用の液体材料を安定的に微量供給して修正することができる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の液体材料微量供給装置の構成説明図である。

【図2】本発明の第2の実施例の液体材料微量供給装置の構成説明図である。

【図3】図2のスカート下部のギャップとバッファガス流量との関係を示す図である。

【図4】本発明の第3の実施例の液体材料微量供給装置の構成説明図である。

【図5】本発明の第4の実施例の液体材料微量供給装置の構成説明図である。

【図6】レジスト欠落欠陥の一例を示す図である。

【図7】本発明による図6に示すレジスト欠落欠陥の修正例の説明図である。

【図8】本発明のピペット先端部に液体材料のぬれ上がり付着防止用の防止膜を形成した状態を示す図である。

【図9】本発明のピペットに対する防止膜の第1の形成方法の説明図である。

【図10】本発明のピペットに対する防止膜の第2の形成方法の説明図である。

【図11】本発明のピペットに対する防止膜の第3の形成方法の説明図である。

【図12】本発明のピペットに対する防止膜の第4の形成方法の説明図である。

【図13】本発明の液体材料のピペット先端部へのぬれ上がり付着をピペットの挙動制御を介して防止する実施例の説明図である。

【図14】本発明のパルスガス圧印加時における液体吐出状況を示す図である。

【図15】本発明の液体材料のピペット先端部へのぬれ上がり付着を基板上に吐出した液体材料を冷却して防止

する実施例の説明図である。

【図16】本発明のピペット先端部にぬれ上がり付着した液体材料をピペット洗浄機構を介して除去する実施例の説明図である。

【図17】図16のピペット洗浄機構の1例を示す図である。

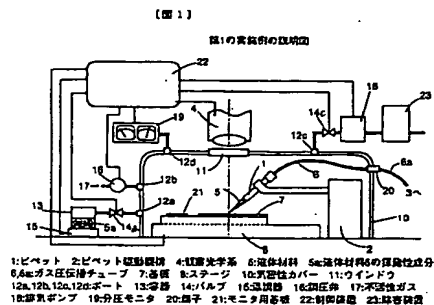
【図18】従来の液体材料微量供給装置の一例であるマイクロインジェクション装置の構成を示す図である。

【図19】従来のピペット先端部に液体材料がぬれ上がり付着する状態を示す図である。

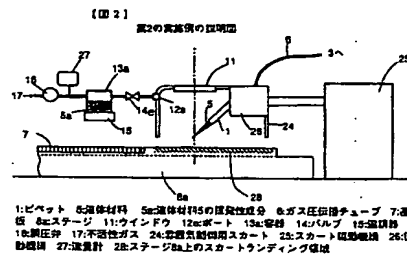
【符号の説明】

1…ピペット、1a…防止膜、2…ピペット駆動機構、3…パルスガス圧印加機構、4…観察光学系、5…液体材料、5a…液体材料5の揮発性成分、6、6a…ガス圧伝播チューブ、7…基板、8、8a…試料ステージ、9…モニタ、10…気密性カバー、11…ウインドウ、12a、12b、12c、12d、12e…ポート、13、13a…容器、14…バルブ、15…温度調節器、16…調圧弁、17…不活性ガス、18…排気ポンプ、19…分圧モニタ、20…端子、21…モニタ用基板、22…制御装置、23…除害装置、24…雰囲気制御用スカート、25…スカート駆動機構、26…微動機構、27…流量計、28…試料ステージ8a上のスカートランディング領域、29…アーム、30…流量制御装置、31…鞘、32…ピペット支持体、33…シャッタ、34a、34b…モータ、35…カップリング、36…シャフト、37a、37b…圧力センサ、38…レジスト、39…金属薄膜、40…レジスト欠落欠陥部、41…修正用レジスト、50…吐出された液体材料、50a…ピペット先端部に付着した液体材料、51…ワニス、52…モータ、53…治具、54…ヒータ、55…噴霧器、56…噴霧、57…電極膜、58…微粒子、59…電解液、60…他の電極、61…ターゲット、62…中間層、63…減圧チャンバー、64…プラズマ、65…ぬれ上がり防止材料容器、66…排気ポンプ、67…バッファガス容器、68a、68b、68c…バルブ、69…ぬれ上がり防止材料、70…ヒータ、71…ぬれ上がり防止材料分子、72…制御装置、73…基板冷却機構、74…ピペット洗浄機構、75…溶媒容器、76…有機溶媒、77…超音波発振源。

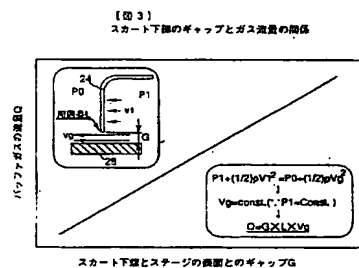
【図 1】



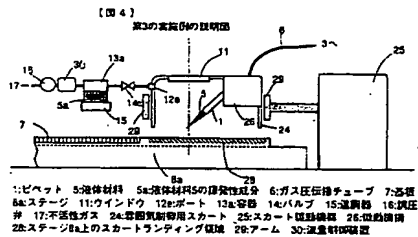
【図2】



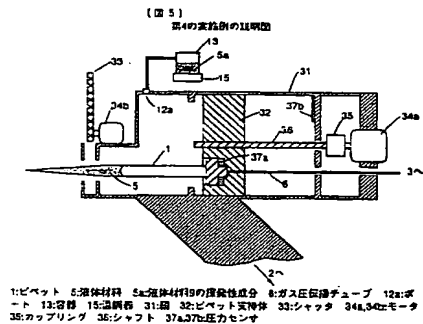
【図3】



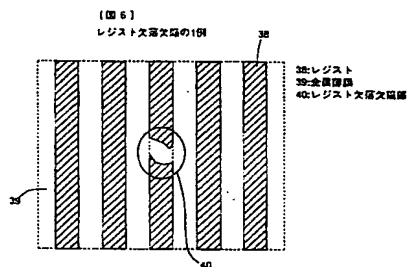
【図4】



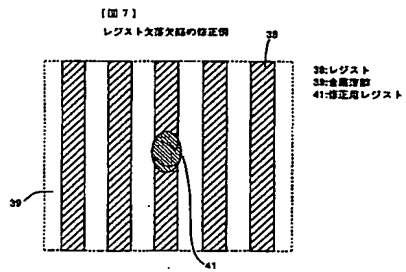
【図 5】



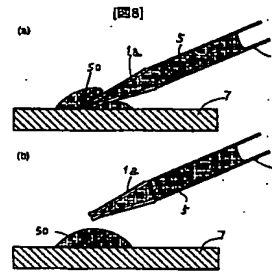
【図6】



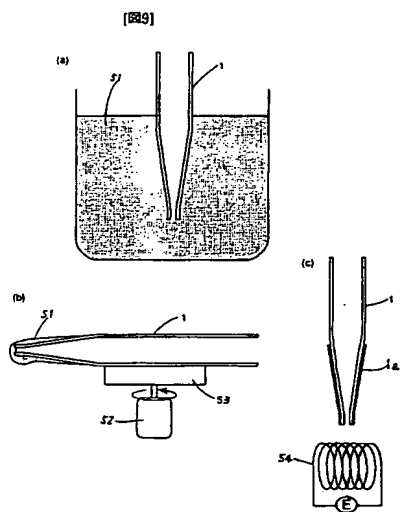
【図7】



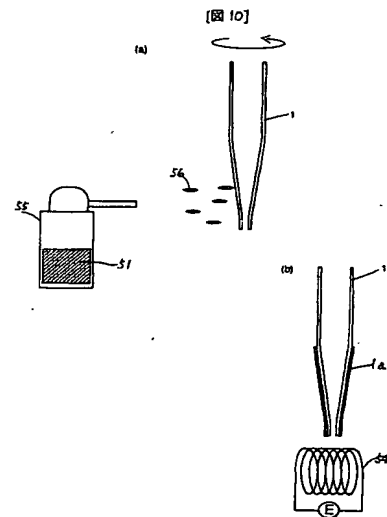
【図8】



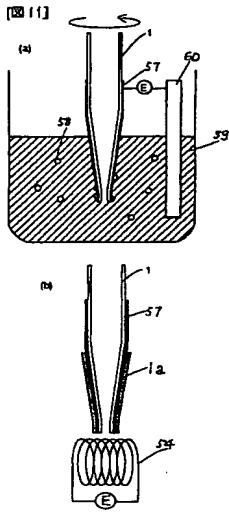
【図9】



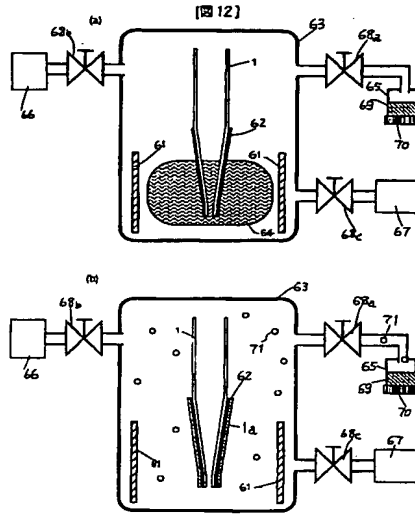
【図10】



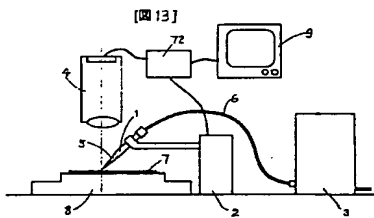
【図11】



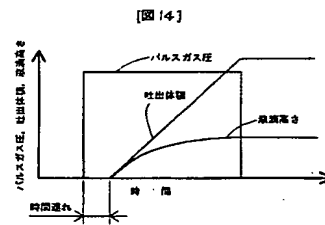
【図12】



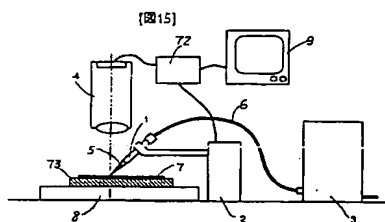
【図13】



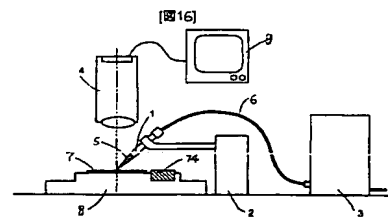
【図14】



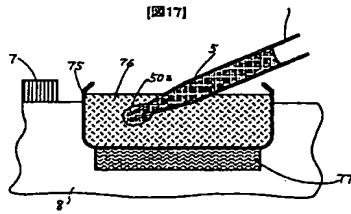
【図15】



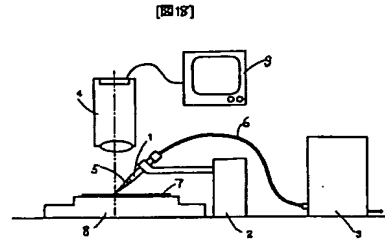
【図16】



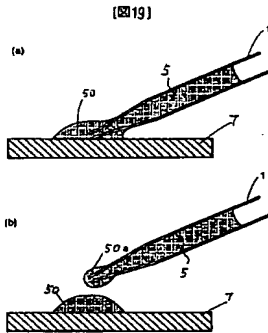
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H 0 1 L 21/027

H 0 5 K 3/22

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 7511-4E

(72) 発明者 宮内 建興
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内
(72) 発明者 水越 克郎
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内
(72) 発明者 今武 美津子
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 片山 薫
神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日
立製作所汎用コンピュータ事業部内
(72) 発明者 松崎 英夫
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日
立製作所電子デバイス事業部内
(72) 発明者 宮田 一史
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日
立製作所電子デバイス事業部内